

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

<sub>m</sub> DE 198 28 279 A 1

(1) Aktenzeichen:

198 28 279.6

② Anmeldetag:

25. 6.98

43 Offenlegungstag:

30. 12. 99

(5) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F 02 D 43/00** F 02 D 41/00

(1) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

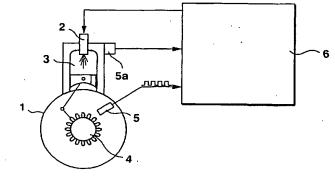
② Erfinder:

Uhl, Stephan, 71696 Möglingen, DE; Miller, Stefan, 71336 Waiblingen, DE

## Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Gleichstellung der zylinderindividuellen Drehmomentenbeiträge beim mehrzylindrigen Verbrennungsmotor

Vorgestellt wird eine elektronische Steuereinrichtung für eine Größe, die die Laufunruhe eines Verbrennungsmotors zylinderindividuell beeinflußt, mit je einem Regler für jeden Zylinder, dem eingangsseitig ein zylinderindividuelles Laufunruhesignal zugeführt wird und der ausgangsseitig ein zylinderindividuelles Korrektursignal ausgibt, das mit der genannten Größe verknüpft wird, wobei die zylinderindividuellen Korrektursignale gemeinsam so bearbeitet werden, daß einer zylinderindividuellen Störung durch Korrektureingriffe in allen Zylindern entgegengewirkt wird, wobei die Betriebspunktverschiebung in den nicht problembehafteten Zylindern durch eine gegenläufig wirkende, alle Zylinder global erfassende weitere Korrektur kompensiert wird.





### Beschreibung

### Stand der Technik

Die Erfindung betrifft die Gleichstellung der Beiträge der einzelnen Zylinder zum Gesamtdrehmoment eines Verbrennungsmotor. Dabei kann es sich beispielsweise um einen Otto- oder einen Dieselmotor handeln. Eine Erfassung des Istmomentes eines Zylinders erfolgt über eine Auswertung des zeitlichen Verlaufs der Kurbel- oder Nockenwellendrehung. Eine Momentenkorrektur erfolgt über einen Eingriff auf wenigstens eine der Größen eingespritzte Kraftstoffmenge, Zündzeitpunkt beim Ottomotor, Abgasrückführrate oder Einspritzlage. Der Begriff Einspritzlage bezieht sich auf die winkelmäßige Lage eines Einspritzimpulses zu einem Bezugspunkt, beispielsweise dem oberen Totpunkt des Kolbens eines Zylinders in seinem Verbrennungstakt.

Ein Verfahren zur Zylindergleichstellung ist bereits aus der EP 140 065 bekannt. Zur Auswertung des zeitlichen Verlaufs der Drehbewegung der Kurbel- oder Nockenwelle werden bei den bekannten Verfahren Segmentzeiten erfaßt. Segmentzeiten sind die Zeiten, in denen die Kurbel- oder Nockenwelle einen vorbestimmten Winkelbereich überstreicht, der einem bestimmten Zylinder zugeordnet ist. Je gleichmäßiger der Motor läuft, desto geringer fallen die Unterschiede zwischen den Segmentzeiten der einzelnen Zylindern aus. Aus den genannten Segmentzeiten läßt sich daher ein Maß für die Laufunruhe des Motors bilden. Bei den bekannten Verfahren ist jedem Zylinder des Verbrennungsmotors eine Regelung zugeordnet, der als Eingangssignal ein zylinderindividueller Laufunruhe-Istwert zugeführt wird. Zur Bildung des Regelsollwertes werden die Laufunruhewerte mehrerer Zylinder gemittelt. Der Mittelwert dient als Sollwert. Ausgangsseitig beeinflußt der Regler die zylinderspezifische Einspritzzeit und damit den zylinderindividuellen Drehmomentbeitrag so, daß sich der zylinderindividuelle Laufunruhen-Istwert dem Sollwert annähert.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der weiteren Optimierung der Zylindergleichstellung. Ein besonderer Bedarf für eine Zylindergleichstellungsfunktion besteht insbesondere beim direkteinspritzenden Ottomotor. Dies basiert möglicherweise auf alterungsbedingten Änderungen der Durchflußcharakteristik Hochdruckeinspritzventile, die bei der Direkteinspritzung verwendet werden. Bei herkömmlichen Ottomotoren mit Saugrohreinspritzung kann die Laufruhe des Motors vor allem im Magerbetrieb verbessert werden.

Diese Aufgabe der weitergehenden Optimierung wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Erfindung nutzt vorteilhafterweise die Laufunruhewerte, die für die Verbrennungsaussetzererkennung ohnehin im Steuergerät gebildet werden. Die Bildung von Laufunruhewerten zur Verbrennungsaussetzererkennung ist beispielsweise aus der DE-OS 196 10 215 (US-Anmeldung Serial No. 819 650, Anmeldetag 17.03.1997) bekannt. Dort werden als Laufunruhewerte LUT Quotienten gebildet, in deren Zähler Differenzen von aufeinanderfolgenden Segmentzeiten stehen und deren Nenner die dritte Potenz einer der beteiligten Segmentzeiten enthält. Dieser Quotient kann noch mit weiteren Faktoren gewichtet sein sowie mit einer Dynamikkorrektur versehen sein, die Drehzahländerungen des gesamten Motors berücksichtigt. Bezüglich der Laufunruhewertbildung soll die Offenbarung der genannten Offenlegungsschrift ausdrücklich in diese Anmeldung einbezogen sein. Bei gleichbleibender Motordrehzahl ist die über eine Nockenwellenumdrehung gebildete Summe dieser Laufunruhewerte gleich Null. Zwingend erforderlich ist die Korrektur der mechanischen Fehler des Segmentzeiterfassungssystems (Geberradtoleranz) bei der Segmentzeiterfassung im Schiebebetrieb, da diese sonst ausgeregelt würden. Folge wäre eine echte physikalische Laufunruhe, die in Verbindung mit den mechanischen Fehlern ein Signal perfekter Laufruhe erzeugen würde. Ziel der Zylindergleichstellung ist, die realen zylinderindividuellen Winkelbeschleunigungen, also die Laufunruhewerte, mit einem Regelkonzept zu minimieren. Dann sind die Drehmomentanteile der Zylinder gleich groß.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung mit Bezug auf die Figuren erläutert. Fig. 1 zeigt das technische Umfeld der Erfindung. Fig. 2 offenbart ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung in Funktionsblockdarstellung und Fig. 3 stellt ein um eine weitere vorteilhafte Funktion ergänztes Ausführungsbeispiel der Erfindung dar.

Die 1 in der Fig. 1 repräsentiert einen Ottomotor mit Direkteinspritzung, was durch ein Hochdruckeinspritzventil 2, das in den Brennraum 3 des Motors ragt, symbolisiert wird. Weiterhin zeigt Fig. 1 ein Geberrad 4, Sensoren 5 und 5a und ein als elektronische Steuereinrichtung 6 realisiertes Steuergerät, das Signale von den Sensoren 5 und 5a empfängt und eine Einspritzimpulsbreite tik an ein zylinderindividuelles Hochdruckeinspritzventil ausgibt.

Bekanntlich wird die Einspritzimpulsbreite auf der Basis weiterer Signale, bspw. über Ansaugluftmenge, Drehzahl, Temperaturen usw gebildet, was dem Fachmann im Detail bekannt ist. Die hier dargestellte Erfindung betrifft eine Korrektur der Einspritzimpulsbreiten.

Für diese Korrektur werden in der elektronischen Steuereinrichtung zylinderindividuelle Laufunruhewerte gebildet und zu Korrekturwerten verarbeitet, die über eine Einrechnung in die zylinderindividuellen Einspritzzeiten das Drehmoment und damit den zeitlichen Ablauf der Drehung des Geberrades 4 beeinflussen.

Fig. 2 zeigt eine Struktur der Funktion zur Bildung der korrigierten Einspritzzeiten. Dem Block 2.1 werden die Signale 5 und 5a zugeführt. Das Signal 5a kann bspw. den oberen Totpunkt im Verbrennungstakt des ersten Zylinders als Grenze zwischen zwei Arbeitszyklen eines 4-Takt-Verbrennungsmotors angeben. Das Signal 5 liefert eine Winkelinformation über den aktuellen Drehwinkel des Geberrades mit Bezug auf einen oberen Totpunkt. Aus beiden Informationen bestimmt Block 2.1 Segmentzeiten ts, die den einzelnen Zylindern zugeordnet sind.

Die Blöcke 2.2.1 bis 2.2.z mit z = Zylinderzahl berechnen aus den Segmentzeiten zylinderindividuelle Laufunruhewerte LUT und die Blöcke 2.3.1 bis 2.3.z unterziehen diese Laufunruhewerte einer Filterung.

Die zylinderindividuellen gefilterten Laufunruhewerte FLUT werden mit einem Sollwert, der auch Null sein kann, verglichen, was durch die Ziffer 2.4 symbolisiert wird.

Alternativ können die Laufunruhewerte dem Regler auch ungefiltert zur Verfügung gestellt werden. Die gefilterten Laufunruhewerte werden für langsame Regeleingriffe und die ungefilterten Laufunruhewerte werden für schnelle Eingriffe des Reglers verwendet. Positive LUT-Werte bzw FLUT-Werte stellen eine Verzögerung, negative eine Beschleunigung der Kurbelwelle durch die Verbrennung in einem Zylinder dar. Der Betrag des LUT-Wertes (FLUT-Wertes) ist das direkte Maß der Regelabweichung, die zu bescitigen ist. Dazu kann zum Beispiel ein PI-Regler verwendet werden.

Die Blöcke 2.4 und 2.5 zusammen repräsentieren einen PI-Regler R1 für den Zylinder Nr. 1. Die Ausgangsgröße des Reglers wird mit einem Vorsteuerwert aus dem Block 5.6 zu einer Stellgröße r1 verknüpft.

Auf analoge Weise erzeugen weitere PI-Regler P2 bis Pz Stellgrößen r2 bis rz für alle z Zylinder des Verbrennungsmotors. Diese Stellgrößen werden dem Block 5.7 zugeführt.

Alternativ kann die Bildung von Regelstellgrößen auch über eine Mustererkennung erfolgen. Viel bzw. wenig Moment abgebende Zylinder können beim Vierzylinder fünf verschiedene typische Verhaltensmuster ausprägen:

- 1. Alle LUT-Werte sind kleiner oder gleich Null. Dies bedeutet, daß alle Zylinder gleiches Moment abgeben.
- 2. Einem positiven LUT-Wert folgen drei negative LUT-Werte nach. Das bedeutet, daß der Zylinder mit dem positiven LUT-Wert zu wenig Moment abgibt.
- 3. Positive und negative LUT-Werte wechseln sich ab. Dies bedeutet, daß zwei weniger Moment abgebende Zylinder vorhanden sind, die in der Zündfolge um 360° Kurbelwellenwinkel versetzt sind.
- 4. Auf zwei positive LUT-Werte folgen zwei negative LUT-Werte. Dies bedeutet, daß zwei Zylinder weniger Moment abgeben, die in der Zündfolge um 180° Kurbelwellenwinkel versetzt sind.
- 5. Es treten drei positive und ein negativer Wert auf. Dies bedeutet, daß drei Zylinder zuwenig Moment abgeben und ein Zylinder deutlich zuviel Moment abgibt. Ursache kann eine starke Ansettung durch einen Einspritzventilfehler in dem Zylinder sein, der zuviel Moment abgibt.

20

35

Abhängig vom erkannten Muster und vom Betrag der einzelnen gefilterten und ungefilterten LUT-Werte können am Motor folgende Eingriffe einzeln oder in Kombination durchgeführt werden:

- 1. Verlängerung der Einspritzzeit der Zylinder, die weniger Moment abgeben, bei gleichzeitiger Verkürzung der Einspritzzeit der Zylinder, die mehr Moment abgeben. Dabei wird die Verlängerung bzw. die Verkürzung so berechnet, daß die Gesamtkraftstoffmenge nicht beeinträchtigt wird, d. h. das der Lambdawert des Gemisches, mit dem der Motor betrieben wird, nicht verändert wird. Dies ist die Funktion des Blockes 2.7 in Fig. 2. Dieses Konzept dient beispielsweise zur Magerregelung in vorgebenem Lambdawert und maximaler Laufruhe bzw. minimaler Laufunruhe.
  - 2. An der Laufgrenze wird die Differenz des aktuellen LUT-Wertes zum LUT-Mittelwert signifikant größer. Als Laufgrenze gilt dabei die Laufunruhe, bei der gerade noch stabile Verbrennungen, beispielsweise im homogenen Magerbetrieb, stattfinden. Diese Laufgrenze ist mit obigem Verfahren detektierbar und bei Bedarf regelbar. Bei diesem Konzept ändert sich zwar das Summenlambda, es handelt sich daher nicht um eine Magerregelung, sondern um eine zylinderindividuelle Laufgrenzenregelung. Block 2.1 kann bei dieser Realisierung entfallen.
  - 3. Die Zündwinkel eines Motors werden in heutigen Systemen in Kennfeldern abgelegt, die für alle Zylinder gültig sind. Die Regelung kann daher so ausgelegt werden, daß zunächst versucht wird, ein zu niedriges Moment durch einen früheren Zündwinkel auszugleichen. Beispiel:
- Eine Ventilverkokung beim Direkteinspritzer ruft ein zu niedriges Moment eines Zylinders hervor. Dieser Zylinder läuft magerer. Der optimale Zündwinkel für dieses magere Gemisch liegt früher und kann entsprechend eingestellt werden. Ebenso können viel Moment abgebende Zylinder durch spätere Zündwinkel beeinflußt werden.
- 4. Bei Systemen mit Abgasrückführung besteht auch die Möglichkeit, die Abgasrückführrate zu reduzieren, falls die Meßwerte stark schwanken. Auch hier ist eine Laufgrenzenregelung mit dem Ziel, die Abgasrückführrate zu maximieren, möglich.
- 5. Bei direkteinspritzenden Motoren kann im Schichtbetrieb zusätzlich das abgegebene Moment durch Variation der Einspritzlage verändert werden.

Hauptbestandteil der Funktion sind die zylinderindividuellen PI-Regler, die in ihrer Struktur identisch sind und die die gefilterten Laufunruhewerte FLUT buw LUT der einzelnen Zylinder zu Null regeln. Der PI-Regelvorgang erfolgt nur in Schichtbetrieb. Mit anderen Worten: Die Zylindergleichstellungsfunktion ist nur im Schichtbetrieb aktiv.

Block 2.7 hat folgende Funktion: Eine Normierung der PI-Reglerausgänge sorgt dafür, daß die Summe der Einspritzzeiten aller Zylinder konstant bleibt und nicht durch numerische oder auch durch das Verfahren bedingte Fehler verändert wird. Idealerweise ist die Summer aller I-Anteile der Regler bereits Null, der sich ergebende Ungleichanteil wird gleichmäßig auf die anderen Zylinder verteilt. Die Summe aller normierten Reglerausgänge ist Null und die Summe aller Einspritzzeiten bleibt auch mit den Reglereingriffen konstant. Läuft ein Reglereingriff an den oberen oder unteren Anschlag, wird ein Fehlerbit gesetzt.

Die normalisierten Regelstellgrößen r1n bis r1z werden anschließend dem Block 2.8 übergeben, der die erfindungswesentliche Betriebspunktadaption repräsentiert.

Der Betriebspunkt wird u.a. durch die Menge und Zusammensetzung der Zylinderfüllung definiert. Beispiel: Die Menge aller möglichen (Gemischmenge/Lambda)-Punkte liegen in einer von Achsen für Lambda und Gemischmenge aufgespannten Ebene. Verändert man bei einer bestimmten Füllungsmenge die zugehörige Gemischzusammensetzung Lambda, ändert sich damit die Lage dieses Betriebspunktes.

Wird zum Beispiel ein Zylinder übermäßig stark angefettet, weil zum Beispiel die Durchflußcharakteristik seines Hochdruckeinspritzventils sich stark von den Charakteristiken der anderen Einspritzventile unterscheidet, so hat dies zur Folge, daß durch die Anfettung des problembehafteten Zylinders und der gleichzeitigen Abmagerung der anderen Zylinder der Betriebspunkt insbesondere der nicht mit diesem Problem behafteten Zylinder verschoben wird. Die Betriebspunktverschiebung wird in der erfindungswesentlichen Betriebspunktadaption korrigiert: Der Betriebspunkt wird den intakten Zylindern nachgeführt. Basis ist die Annahme, daß das Verhalten der Mehrheit der Ventile die intakten Zylindern kennzeichnet, somit können nur Betriebspunktdrifts bedingt durch das Fehlverhalten eines einzelnen Ventils adaptiert werden. Durch die Vorzeichenbildung jedes normierten Reglerausgangs und deren Summenbildung kann entschieden

werden, ob der Betriebspunkt mit einem globalen Faktor nach oben oder unten korrigiert werden muß. Global bedeuted in diesem Zusammenhang, daß die Korrektur nicht zylinderindividuell wirkt, sondern alle Zylinder erfaßt, also gewissermaßen global wirkt. Da die Betriebspunktadaption global auf alle Zylinder wirkt, hat sie keinen Einfluß auf das Verhalten der einzelnen Zylindergleichstellungs-PI-Regler, verändert aber die ausgegebene Einspritzzeit um den definierten Arbeitsbereich. Die Aktualisierung dieses Betriebspunktadaptionsfaktors erfolgt nur langsam und muß bedeutend langsamer geschehen als die PI-Regler arbeiten.

Das folgende Beispiel verdeutlicht die Arbeitsweise der Betriebspunktadaption:

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

- Zylinder 1 setzt 24% weniger Kraftstoff in Drehmoment um, der Motor gibt also insgesamt 6% weniger Drehmoment ab. Bevor dieser Effekt in die Regelung eingeht, besitzen die Faktoren, die direkt auf die ausgegebene Einspritzzeit wirken, folgende Werte:

Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
1	1	1.	1

Die vier PI-Regler verteilen nun die ausgegebenen Einspritzzeiten so unter Beibehaltung der Summe aller Einspritzzeiten solange auf die Zylinder, bis sie gleichgestellt sind. Gleichstellung zeigt hier, daß die verschiedenen Zylinder gleiche Laufunruhewerte besitzen. Es hat sich dann folgender Einspritzkorrekturfaktorenverteilung eingestellt:

Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
1,18	0,94	0,94	0,94

Der Betriebspunkt der intakten Zylinder 2, 3 und 4 hat sich dadurch um 6% verschoben, der defekte Zylinder ist bis auf 6% wieder hergestellt.

Die Betriebspunktadaption führt nun durch globales, d. h. für alle Zylinder einheitliches Anfetten um 6%, die intakten Zylinder wieder auf den alten Betriebspunkt zurück. Es ergibt sich folgende Faktorenverteilung:

Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
1,24	1	1	1

Fällt nun die Störung weg, setzt der Zylinder 1 24% mehr Kraftstoff im Drehmoment um, so daß die PI-Regler mit folgender Umverteilung reagieren:

Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
1,06	1,06	1,06	1,06

Anschließend führt die Betriebspunktadaption durch globales Abmagern um 6% alle Zylinder wieder auf den korrekten Betriebspunkt zurück:

Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
1	1	1	1

Diese Vorgehensweise besitzt folgenden Vorteil: Ohne die Betriebspunktadaption wird bei der Durchflußverringerung eines Ventils der betreffende Zylinder angefettet. Gleichzeitig werden die anderen intakten Zylinder in der Summe um den gleichen Betrag abgemagert. Diese Verschiebung der Betriebspunkte der intakten Zylinder kann zur Folge haben, daß die Betriebspunkte von Bereichen stabiler Verbrennung in Bereiche instabiler Verbrennung driften. Dagegen wirkt die Maßnahme Betriebspunktadaption: Sie stellt die Schichtverbrennungsstabilität bei erkanntem Einzelventildefekt durch Rückführen des Betriebspunktes der intakten Zylinder mittels globalem Anfetten oder Abmagern um maximal 10% sicher.

Ausgangsseitig des Blocks 2.8 erfolgt eine Verknüpfung der betriebspunktadaptierten und normalisierten Regelstellgrößen mit vorläufigen Werten ti für Einspritzimpulsbreiten zu zylinderindividuell korrigierten Einspritzimpulsbreiten tik für die Hochdruckeinspritzventile 2a bis 2c. Die vorläufigen Werte für die Einpritzimpulsbreiten werden vom Block 2.9 geliefert.

Fig. 3: Der Gegenstand der Fig. 3 basiert auf dem Gegenstand der Fig. 2 und ergänzt diese. Vorteilhafterweise besitzt jeder PI-Regler ein Vorsteuerkennfeld 3.1, das im Fahrbetrieb adaptiv ermittelt wird. Darin spiegeln sich die zylinderindividuellen Unterschiede in den Hochdruckeinspritzventilen wider. Abhängig davon, ob Schicht- oder Homogenbetrieb vorliegt, wird entweder die Vorsteuerung zur Entlastung der PI-Regler und die Dynamikverbesserung mit eingerechnet oder aber für den Homogenbetrieb wird der aus den Vorsteuerkenfeldern ermittelte Faktor zur Einspritzzeitkorrektur verwandt. Die Reglerausgangsgröße ist im Homogenbetrieb zeitlich konstant. Im Homogenbetrieb erfolgt kein Regelvorgang der PI-Regler, die Zylindergleichstellungsfunktion ist passiv. Die Umschaltung wird durch den Block 2.10 gesteuert und mit dem Schalter 2.11 vorgenommen. Schalter 2.11 ist im Schichtbetrieb geschlossen und im Homogenbe-

rieb geöffnet.

Das Vorsteuerkennseld 3.1 besitzt X-Drehzahl und Y-Laststützpunkte. Mit einer 4-Punkte-Interpolation wird für jeden Drehzahl/Lastpunkt ein Vorsteuerwert ermittelt. Die Adaption der Vorsteuerkennselder erfolgt mit dem Adaptionstakt im Mittel 3.2, das bspw. als Tiespaßsilter realisiert sein kann. Die Schrittweite der Adaption hängt von der aktuellen Disserenz zwischen Vorsteuerung und Reglereingriff ab. Diese Differenz ist Null, wenn die Vorsteuerung exakt den Ausgängen der PI-Regler entspricht.

Wie bereits eingangs erwähnt, beruht das Verfahren darauf, daß die Summe der Laufunruhewerte über zwei Kurbelwellenumdrehungen gleich Null ist. Durch numerische Fehler und Drehzahldynamik ist diese Summe aber leicht restpositiv und führt daher langfristig, d. h. in Zeiträumen größer 15 Minuten, dazu, daß die I-Anteile der PI-Regler der einzelnen Zylinder langsam gemeinsam gegen den oberen Anschlag laufen. Dies wird durch einen Kompensationsintegrator vermieden: Durch die additive Berücksichtigung eines Verfahrenskompensationswertes in den Istwerten aller PI-Regler wird dies abhängig vom Status der I-Anteile, d. h. von deren Summe, erreicht.

## Patentansprüche

Elektronische Steuereinrichtung für eine Größe, die die Laufunruhe eines Verbrennungsmotors zylinderindividuell beeinflußt, mit je einem Regler für jeden Zylinder, dem eingangsseitig ein zylinderindividuelles Laufunruhesignal zugeführt wird und der ausgangsseitig ein zylinderindividuelles Korrektursignal ausgibt, das mit der genannten Größe verknüpft wird, wobei die zylinderindividuellen Korrektursignale gemeinsam so bearbeitet werden, daß einer zylinderindividuellen Störung durch Korrektureingriffe in allen Zylindern entgegengewirkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebspunktverschiebung in den nicht problembehafteten Zylindern durch eine gegenläufig wirkende, alle Zylinder global erfassende weitere Korrektur kompensiert wird.

### Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

15

35

40

45

50

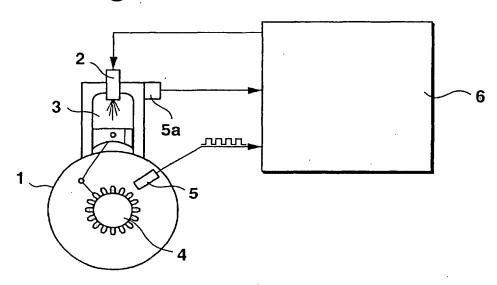
55

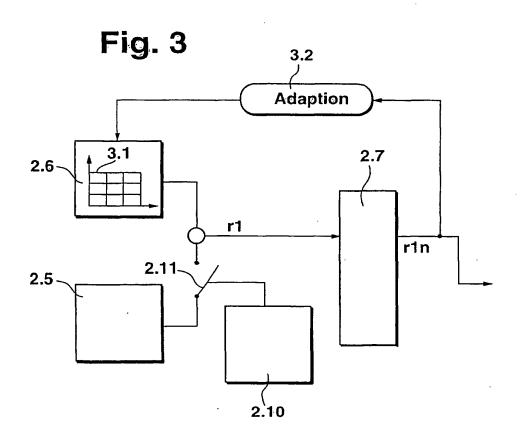
60

65

Nummer: Int. Cl.<sup>6</sup>: Offenlegungstag: DE 198 28 279 A1 F 02 D 43/00 30. Dezember 1999

Fig. 1





nezetiO rettett ZEICHNUNGEN SEITE 2 Telaphone: 301-869-8950 Fig. 2 301-869-8929 an'slaï Atterney Decket No. Application Serial No. 2.2.1 2.3.1 LUT **FLUT** 2.3.2 2.2.2 2.3.z 2.2.z R2 Rz-2.9 **R1** 2.7 ti 2.5 r1n 2.8 t1k 2.10 --/R2 2.2.2 t2k r2n r2 tzk ---Rz 2.2.z rz 2c

rzn